

ARQUITECTURA Y MADERA

EDIFICIOS DE GRANDES LUCES
Ejemplos de uso



Cúpula Izumo
Fotografía: Kajima Corporation

3 INTRODUCCIÓN

OBRAS

4 EDIFICIO PARA TALLER JERWOOD GRIDSHELL

Edward Cullinan Architects
www.edwardcullinanarchitects.com

7 CÚPULA IZUMO

Corporación Kajima, Hellmuth,
Obata & Kassabaum, Inc. Masao Saito

9 ANTHONY CHAPEL

Maurice Jennings y David Mckee Architects

11 EDIFICIO DE USOS MÚLTIPLES

Miguel Nevado (mn@enmadera.info)
Carlo Canoge Mugeta, Inmaculda Ruiz Orte

13 CENTRO FORESTAL

Samyn and Partners
www.samynandpartners.be

ARQUITECTURA Y MADERA.

EDIFICIOS DE GRANDES LUCES
Ejemplos de uso

INTRODUCCIÓN



3

Anthony Chapel, Maurice Jennings y David Mckee
Fotografía: Walter Jennings

En edificios de grandes luces, en especial aquellos destinados a instalaciones deportivas la madera juega un papel importante en la configuración de las estructuras al poder transportar piezas de gran sección y longitud gracias al uso de maderas laminadas y al poder realizar uniones mediante sistemas de conexión en obra.

Tiene especial importancia la madera al tener un buen comportamiento frente al fuego al permanecer constantes las propiedades de la madera no dañada y también frente al cloro por lo que se viene usando la estructura de madera en espacios de piscinas, etc.

EDIFICIO PARA TALLER JERWOOD GRIDSELL DENTRO DEL MUSEO WEALD & DOWNLAND

Edward Cullinan Architects
www.edwardcullinanarchitects.com

Museo al aire libre de Weald y Downland, West Sussex, Inglaterra
2000-2002



Edificio para taller Jerwood Gridshell, Edward Cullinan
Fotografía: Richard Learoyd

El edificio Jerwood Gridshell es una estructura destacable en el museo al aire libre de Weald & Downland. Su interior flexible ha inspirado muchos usos diversos para acontecimientos especiales en el museo, lejos de las expectativas de los clientes que eran las de proporcionar un taller/almacén. Desde su terminación ha ganado diversos premios y mucha gente ha ido a verlo.

La estructura de malla de madera del taller se sitúa sobre un artefacto de paredes de ladrillo controlado térmicamente, utilizando tubos desde el terreno para refrigerarlo. La forma de la malla con doble curvatura se reviste con tableros de cedro y se remata en la parte superior con una cubierta plana, muy fina de hormigón armado.

Un par de luces cenitales se desarrollan a cada lado de la longitud total del edificio. Los niveles de la luz interior destacan la delicadeza de la malla y proporcionan excelentes condiciones de trabajo para la conservación y reconstrucción de la colección de estructuras de madera del museo.

Los materiales para este proyecto se seleccionaron según una base de sostenibilidad y localidad siempre que fue posible. El impacto medioambiental del edificio está sujeto al estudio DTI por los ingenieros de estructuras Buro Happold que compararon la malla estructural de roble verde con acero y otras alternativas de hormigón. Los elementos estructurales de madera de roble verde tienen de forma inherente a la madera un impacto de tan sólo el 3% equivalente a una estructura de hormigón.

Descripción constructiva.

A pesar de ser una estructura medioambientalmente sostenible parece que hubo reacciones reacias a adoptar la doble capa de mallas de madera para cerrar los espacios de tamaño medio. El museo Weald & Downland, que reestablece y reconstruye los antiguos edificios de madera, requiriendo un nuevo archivo y taller crearon la oportunidad ideal para manifestar cómo podría ser económicamente una estructura de estas características. La malla de Downland fue el resultado de un trabajo realizado por un equipo multidisciplinar de arquitectos, ingenieros, departamento de investigación de la universidad (fundado por la Heritage Lottery Fund), contables, constructores y carpinteros.

La cubierta del taller es una malla doble curva de 48m de largo, 16m de ancho en los puntos más extremos hechos de delgados listones de madera de roble en cuatro capas de escuadría: 50mm x 35 mm. Las alturas interiores varían entre 7 y 10 metros. El espacio libre es generalmente 1000 mm sobre zonas susceptibles de disminución en altura de la malla hasta 500 mm en los puntos de máxima tensión. Las costillas de madera longitudinales y transversales se fijan a los nodos una vez la lámina está construida, resultando una estructura estable.



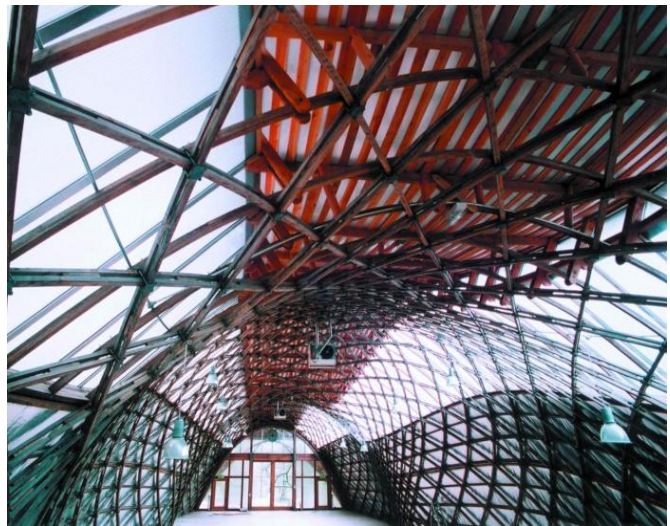
Edificio para taller Jerwood Gridshell, Edward Cullinan
Fotografía: Richard Learoyd

El nodo conector, que acaba de ser patentado, fue especialmente desarrollado para satisfacer los requerimientos particulares de la construcción de la malla de madera. Consiste en tres pletinas de acero; la pletina central tiene perforaciones para localizar la geometría de la malla en las

capas medias y las externas de holgadamente sujetando las capas externas en su lugar mientras se forma la lámina. Dos de las cuatro fijaciones que se localizan en las pletinas se utilizan para conectar el atado diagonal fijado in situ para permitir la fijación rígida después de formar la lámina.

La modelización por ordenador y física se llevaron a cabo a través del desarrollo del diseño. La complejidad de la búsqueda de la forma podría explicar por qué un aparentemente atractivo método de construcción ha sido tan poco utilizado desde el éxito de la primera malla de madera construida en Alemania en 1975.

El roble se eligió después de que las pruebas realizadas demostraran que tenía la flexibilidad y fuerza apropiadas. Para solucionar el problema de los defectos de la madera, los listones de roble se cortaron en pequeñas longitudes, evitando la debilidad de la pieza y luego fueron unidas utilizando juntas de quijera múltiple. Los listones de la longitud requerida se produjeron de forma barata y con el mínimo gasto de madera de segundo nivel. La siguiente etapa del proceso fue unir los listones de 6m de largo de madera "mejorada" para producir listones continuos de 50m de largo.



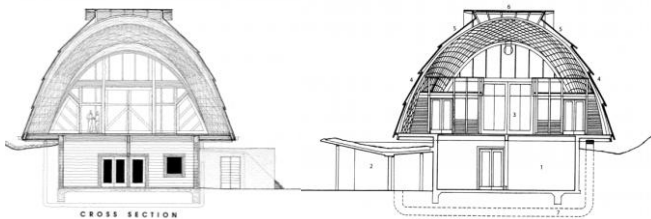
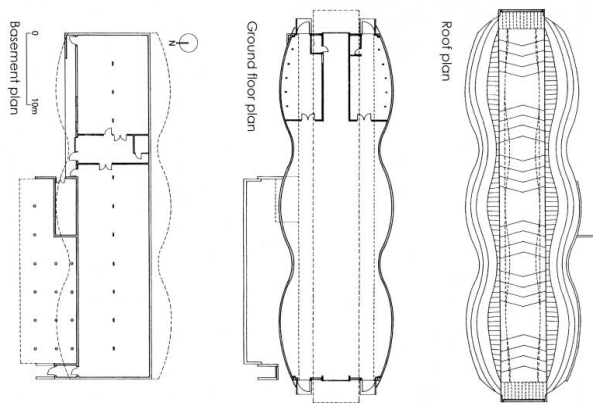
Formar una cubierta curva de una malla plana probó ser un desafío considerable. Una innovación introducida en la Gridshell, fue erigir un andamio flexible para permitir a la malla permanecer estirada 7m sobre el suelo del taller. A través de la disminución sistemática del andamio la malla fue descendida hasta su forma final.

En resumen la malla proporcionó las siguientes innovaciones:

- Invención de la junta nodal
- Análisis por ordenador de 3D para encontrar la forma estructural y la modelización
- Especificación de la madera para las técnicas de las juntas y los listones.
- Desarrollar una técnica de erección de la malla

El edificio así mismo pone de manifiesto la variedad de usos de la madera. Los grandes soportes y vigas de madera laminada del almacén de archivo son de tableros de 80mm de madera de picea T&G británica actuando como un diafragma estructural plano. La impermeabilización y el aislamiento que se coloca sobre una capa de sacrificio de tablero de ceniza que forma el suelo del taller. Los remates de la cubierta están definidos por arcos parabólicos de de madera de roble laminada que fue construida por los carpinteros en obra. La madera contrachapada de Brunzeel se utiliza para formar la cubierta ondulante que se termina con Roofkrete, y dos capas de tableros de cedro rojo del oeste, utilizados para revestir las dos caras de la cubierta ondulante.

Este proyecto es, entonces no solo la manifestación de cómo las mallas de madera se pueden desarrollar sino también la versatilidad de la madera como material estructural, de revestimiento y para construcción general.



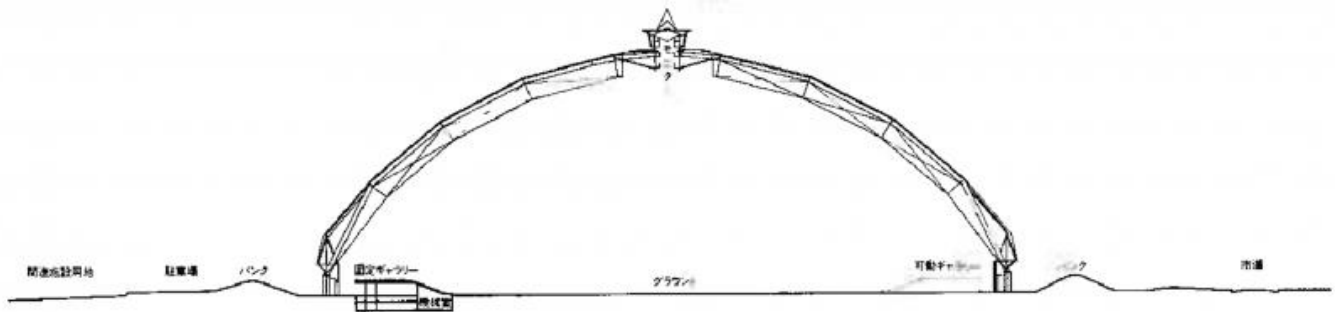
Edificio para taller Jerwood Gridshell, Edward Cullinan
Fotografía: Richard Learoyd



CÚPULA IZUMO

Corporación Kajima, Hellmuth, Obata & Kassabaum, Inc. Masao Saito

Izumo, prefectura de Shimane, Japón
1992



7

Cúpula Izumo
Fotografía: Kajima Corporation

Cuando los jueces visitaron las instalaciones, el alcalde local Tetsundo Iwakuni comentó que la gran impresión que le produjo el Astrodome de Houston había inspirado el proyecto de la Cúpula Izumo. Por supuesto Houston e Iwakuni son dos comunidades completamente diferentes. No obstante las palabras del alcalde, ponen de manifiesto su pensamiento internacionalista así como sus ideas propias profundamente enraizadas en la tradición local de Izumo, en la que la madera ha jugado un papel muy importante.

La ligera y blanca cúpula Izumo, erigiéndose en su entorno rural ha recibido ya un gran número de visitantes. Una cúpula de membrana que se asemeja a un gran iglú hecho de placas revestidas, se apoya en treinta y seis pilares circulares de hormigón en la periferia del plano circular. La altura es de cuarenta y ocho metros, dimensión que la tradición dice, era la altura original del santuario sintoísta Izumo Taisha.

La estructura de la cubierta consiste en treinta y seis inmensas vigas curvas de madera laminada de abeto Douglas, posicionadas radialmente, sujetas por anillos y cables de acero PC. Las barras están realizadas con madera laminada que se han aligerado.

Las uniones entre las distintas piezas de madera laminada que conforman las barras están unidas con tortillería y estas uniones son más importantes en los cambios de dirección de las barras, estos puntos de cambio de dirección también es el lugar en el que se amarran los tirantes necesarios para salvar la luz.



8



Cúpula Izumo
Fotografía: Kajima Corporation

Las barras se complejizan en el arranque.

La estructura se monta en el suelo y se iza hasta su posición definitiva en donde se unen las vigas con un anillo de acero que tiene unas esperas a las que se agarra cada una de las barras que llegan a esta zona central. El olor de la madera y la ligera elevación de la cubierta sobre la pista establecen la percepción general del espacio.

El tradicional paraguas japonés de bambú y papel, janome, constituye la idea de la estructura, en la que las barras de madera sustituyen las costillas de bambú y los cables de acero las costuras. El resultado final es puramente japonés y en Izumo.

Durante el año desde su terminación, su versatilidad tecnológica para resolver las necesidades de diversos eventos ha permitido a la cúpula acomodar a 330.000 usuarios. Los elementos más importantes que lo hacen posible son la luz interior controlada, el sonido y el aire acondicionado sumado a los equipamientos deportivos instalados. Las gradas a un lado de la pista son permanentes para los seguidores del baloncesto. Los situados enfrente se pueden mover. La mayoría de las ventanas periféricas se colocan con celosías de vidrio para permitir la buena iluminación y la ventilación. Las más grandes del lado del parque se hacen mayores para unificar el espacio exterior e interior.

ANTHONY CHAPEL

Marcel Meili & Marcus Peter Architekten
www.meilipeter.ch

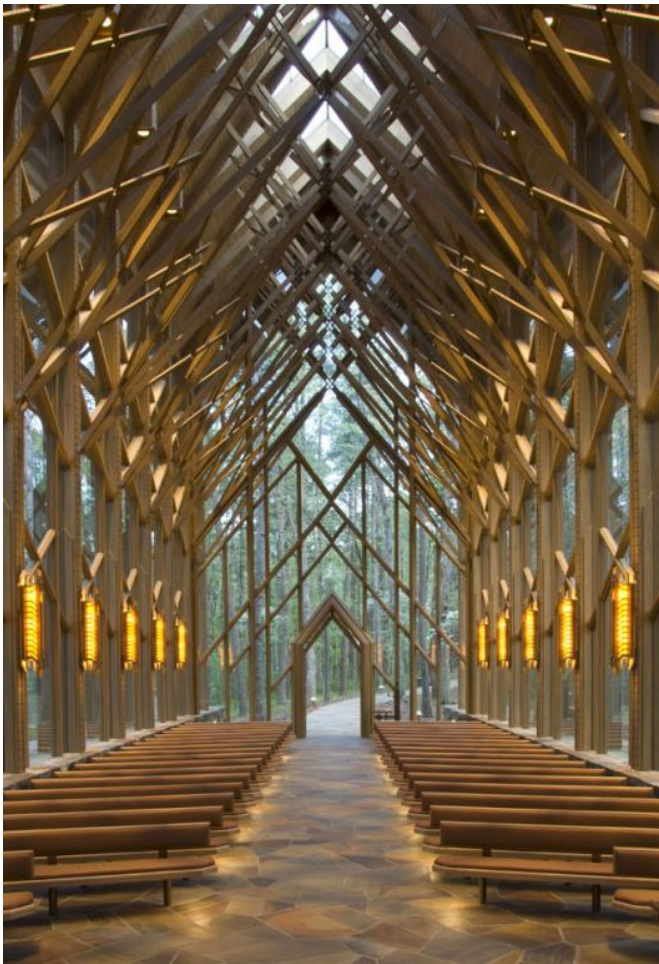
Murau, Austria
1993-1995



9



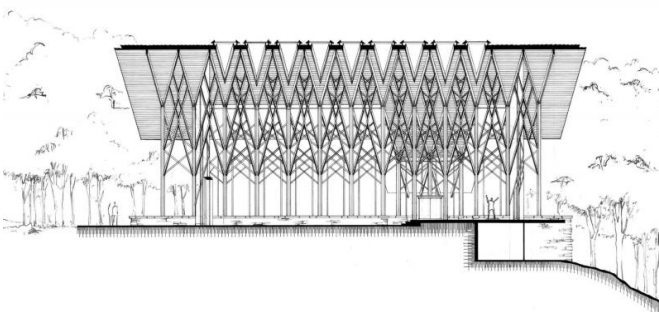
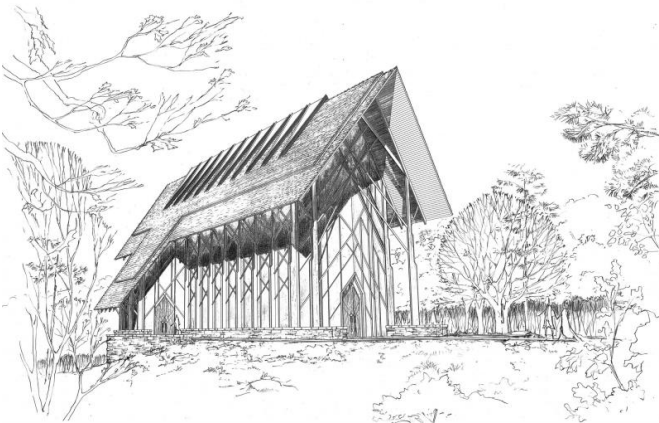
Anthony Chapel, Maurice Jennings y David Mckee
Fotografía: Walter Jennings



La Capilla se sitúa en los jardines Garvan Woodland, y es un lugar para servicios religiosos sencillos, eventos culturales y meditación, en medio de los bosques del jardín botánico. La estructura de madera se levanta sobre el zócalo de piedra autóctona diecisiete metros y medio, para formar una cubierta sobre el espacio de reunión que da cabida a 200 personas. Las "ramas" de los pilares de madera, se organizan formando una celosía de "extremidades" sobre la bóveda de reminiscencias góticas inglesas. La estructura de madera tiene soluciones de uniones metálicas muy elaboradas que se convierten en las auténticas protagonistas junto con la filigrana estructural de la madera y la presencia de la luz en el espacio a través de la cubierta y de la fachada. Las uniones se realizan para dejarlas vistas y disminuir la presencia visual de las uniones. La estructura es extremadamente expresiva, buscando relaciones entre los distintos pórticos. La Capilla recibió el premio Arkansas Chapter AIA Merit en 2007.



10



Anthony Chapel, Maurice Jennings y David Mckee
Fotografía: Walter Jennings



EDIFICIO DE USOS MÚLTIPLES

Miguel Nevado con Carlos Canoge Mugeta, Inmaculada Ruiz Orte
mn@enmadera.info

Recinto ferial de Almazán, Soria, España
2006



Edificio de usos múltiples
Fotografía: Miguel Nevado

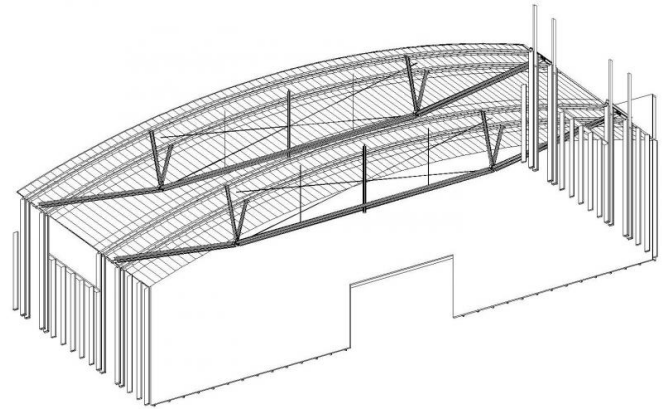
En el verano de 2006 contactó conmigo, a través de Amatex (constructora de la estructura), el arquitecto Carlos Calonge, al objeto de estudiar la posibilidad de realizar en madera un pabellón ya proyectado en otros materiales, sin desviar los costes excesivamente. El planteamiento inicial, era análogo al que condujo a las Bodegas Anta Natura, con una diferencia importante: en el caso de Almazán, el presupuesto correspondía a una solución de, prácticamente, mínimo coste. Se trataba de muros de paneles de hormigón prefabricado, con jácenas y pilares del mismo material, y correas de madera laminada. El estudio geotécnico disponible recomendaba, dada la relativamente baja capacidad portante del terreno y sus características, una costosa losa armada cubriendo la totalidad de la superficie. Ésta resultó ser la clave: sensiblemente, el sobrecoste que tuvo la solución de las láminas de KLH nervadas que comentaremos brevemente, se cubrió con el ahorro derivado de prescindir de la cimentación en losa. Si bien hubo que asumir, dado el citado planteamiento de bajo coste, unas calidades de acabado y ejecución muy básicas, dentro de la consideración estricta de la seguridad estructural normativa. El diseño se realizó en el marco de mi actividad habitual como asesor técnico de KLH y Amatex SL, en colaboración con cuya oficina técnica se desarrolló el proyecto de detalle del entramado. La estructura se concibe como una membrana nervada subtensionada, que se apoya sobre una "caja" de cuatro láminas, a su vez nervadas. Las láminas se materializaron mediante madera contralaminada de 6cm de espesor, con nervios de madera empalmada de una sección uniforme de 60/220mm en los muros, y 80/240mm en la bóveda. El subtensionado de la misma, se ejecuta con tirantes pareados de madera laminada, de diámetro 2 x 14mm cada barra estructural. El nervado se

fió por tirafondeado directo en los muros, y por encolado y tirafondeado en el caso de la membrana. En éste caso, se entiende que el encolado sirve para limitar adecuadamente las deformaciones, mientras que el tirafondeado, aparte de aportar presión de encolado, asegura que los estados límites últimos no dependen en ningún caso del adhesivo (que se aplicó en obra). Los enlaces entre las barras que componen los tirantes, se realizan mediante llantas encoladas en el tirante, que se enlazan por bulones de acero de alta resistencia. La transmisión a los tirantes desde las zonas interiores del vano, se realiza mediante jabalcones en V, que entregan en los bulones mediante una pieza intermedia de elondo. En todos estos encuentros, se utiliza neopreno para asegurar una distribución uniforme de tensiones. El empuje lateral de la membrana se entrega a los tirantes por medio de perfiles de borde intermitentes, que distribuyen los esfuerzos de la lámina hasta el bulón correspondiente. El eje de éste, coincide con la vertical de la extensión de determinados grupos de pares de nervios del muro. Las cargas verticales, así, se transmiten a un muro-pantalla de enorme rigidez a la flexión vertical, lo que permite obviar los problemas que la cimentación podía presentar. Dado el carácter relativamente experimental, entendí que debía realizarse al menos una prueba de carga de una de las secciones de la bóveda.

Dicha prueba consistió en someterla a una sobrecarga extremadamente asimétrica: una mitad se dejó completamente descargada, y la otra se cargó con el equivalente al peso propio adicional más vez y media la sobrecarga máxima de nieve normativa. El resultado fue, casi diríamos, sospechosamente positivo: el máximo descenso, sensiblemente igual al máximo ascenso, se dio en el nudo

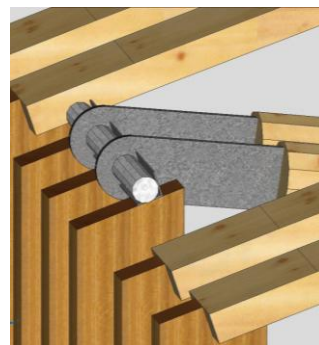
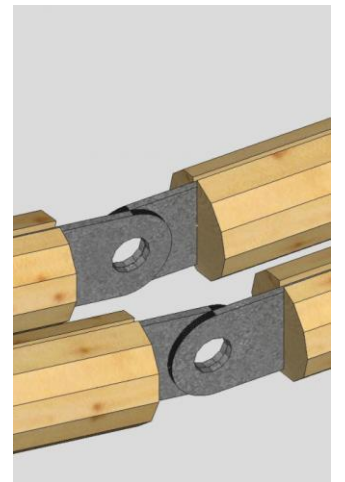
inferior de la V de subtensionado, alcanzando un valor máximo instantáneo algo inferior a 3 cm.

En el proceso de montaje final, quedaron, en algunas secciones, importantes desviaciones respecto a la directriz teórica, que redujeron la curvatura, e incluso cambiaron su signo localmente. Esto llevó a la realización de diversas pruebas de carga puntuales, con la membrana en posición, para asegurar que el entramado mantenía el nivel de seguridad normativo (con independencia de que la readaptación a la nueva geometría del modelo de elementos finitos originalmente realizado, no indicaba desviaciones de consideración en los estados tensionales). El equilibrio ante el viento se consigue mediante la transmisión del mismo siempre a componentes contenidas en el plano de los muros-pantalla, a través de la capacidad de reparto superficial de la propia bóveda. El resultado es que los apoyos trabajan muy poco de forma local, al hacerlo linealmente a lo largo de toda la longitud del muro; esto supuso que el anclaje necesario acabara resultando casi "ridículo" a la vista: simples escuadras estándar del mínimo tamaño posible, ancladas con tacos expansivos al murete de hormigón. Esta concepción estructural permite crear estructuras de nave diáfana que transmiten una apreciable sensación de esbeltez, al no ser necesarios grandes sistemas empotrados o articulados para la absorción de los empujes laterales. La estabilidad a incendio requerida fue de 30 minutos, que se consiguió mediante el pintado adecuado de los elementos metálicos. Los elementos de madera no requirieron ninguna protección intumescente para alcanzar la estabilidad citada.



Edificio de usos múltiples
Fotografía: Miguel Nevado

12



CENTRO FORESTAL

Samyn and Partners
www.samynandpartners.be

Marche-en-Famenne, Bélgica
1992



Centro Forestal. Samyn and Partners
Fotografía: Ch. Bastin & J.Evrard

Este centro forestal se encuentra situado en el corazón del bosque de las Ardenas en Bélgica y está dirigido por el gobierno regional para facilitar la prueba, el almacenaje y el cultivo de semillas de esta zona. El programa contempla un taller junto con varias zonas de almacenamiento en frío además de laboratorios y oficinas. El edificio está planteado como una cúpula toroidal que permite una mayor repetición de elementos frente a otras opciones volumétricas como la esfera.

Inicialmente se planteaba la construcción con madera estéril pero aparecían demasiados problemas al secarse demasiado rápido y provocar la aparición de importantes rajaduras. La solución definitiva está realizada con madera curvada al vapor secada industrialmente.

La estructura comprende una serie de arcos de dos capas que se ramifican progresivamente formando elementos más rectangulares a medida que se elevan hacia la parte más alta de la edificación. La estructura de madera está colocada sobre una estructura de hormigón que la protege del contacto con el terreno y está agarrada a ella mediante elementos metálicos que permiten algún movimiento.

Frente a soluciones de barras como las del Multihalle de la exposición nacional de jardinería de Mannheim (1974) de Frei Otto (en colaboración con Carlfried Mutschler) este centro forestal de Samyn y Asociados opta por una solución que intenta definir una serie de arcos con un mayor dimensionamiento de las escuadrías de madera con las que se trabaja. El edificio de Samyn y asociados está realizado gracias a las facilidades de programas de cálculo y de diseño.

Los arcos se encuentran reforzados por seis arcos colocados transversalmente y de los que cuatro están apoyados sobre los volúmenes de almacén y oficinas. Estos volúmenes están contruidos con muros de bloque de hormigón y sirven de apoyo de un buen número de barras que permiten la transmisión de las cargas que pueden tener estos arcos. Los arcos se encuentran reforzados en algunas zonas y se corresponden en realidad al aumento del número de barras de la estructura y se convierten en la zona de conexión y de aumento del número de barras en el paso de una a otra zona.

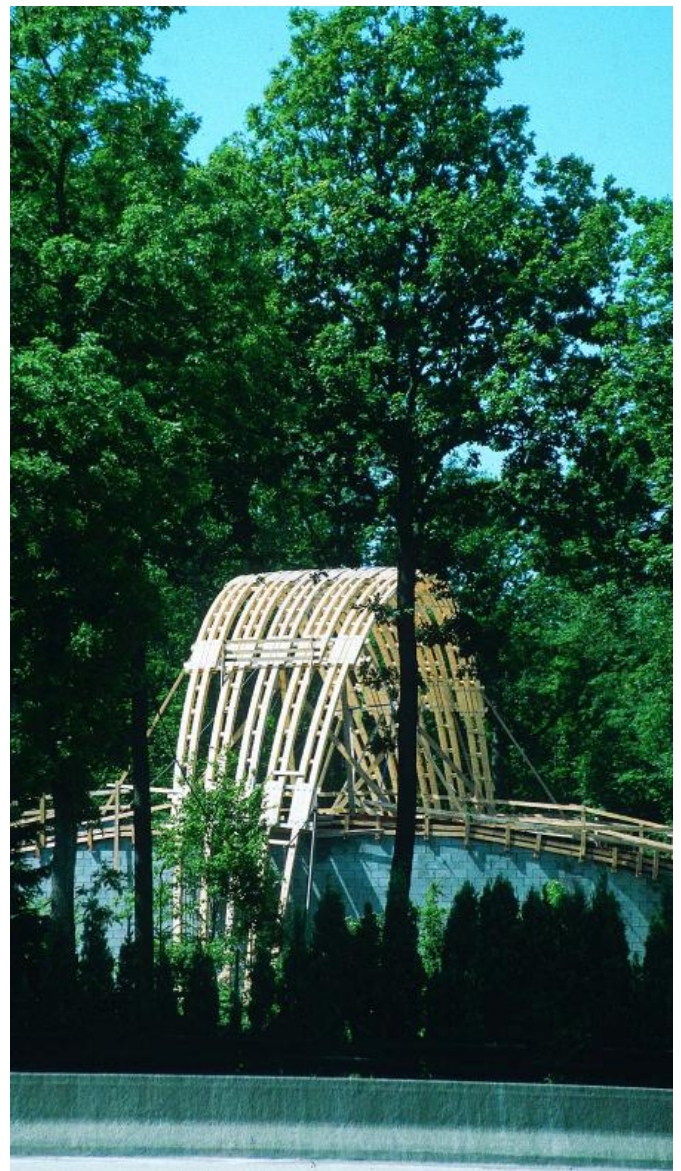
La estructura de madera tiene unas cruces metálicas que se colocan en la cara exterior de la estructura para rigidizar el conjunto. Las cruces están realizadas con chapa lisa y no con cable y atan la zona central entre los tres arcos centrales.

Centro Forestal. Samyn and Partners
Fotografía: Ch. Bastin & J.Evrard



En este paso de las barras de un arco al siguiente se van aumentando los elementos y pasan de dos a tres y finalmente cuatro elementos de madera, creciendo el número de barras a medida que se aplanan.

La estructura de madera está impregnada con insecticida o fungicida y se encuentra revestida exteriormente de vidrio pegado con silicona y con una perfilaría metálica en una de las direcciones del vidrio para facilitar la circulación del agua en una dirección y no en su perpendicular. Como el vidrio es sencillo para evitar las dificultades de la realización de un vidrio con cámara se le ha colocado un sistema de calefacción con radiadores y para la renovación de aire en la época de calor se le han colocado unas rejillas en su parte inferior y unos conductos que recogen el aire y lo expulsan por la zona en la que se ubica la puerta oeste. El entramado de madera consigue actuar como sombra en las épocas calurosas acompañándose de la que generan los árboles cercanos.



Si desea más información, puede contactar con:

lignum facile (lignumfacile@clustermadeira.com)

Teléfono: (0034) 981 937 261.

Fax: (0034) 981 937 106.

Localización: Praza Salvador García Bodaño 7, 1ºA.
CP. 15703. Santiago de Compostela.

Una iniciativa de: **Cluster de la Madera de Galicia**

Empresas colaboradoras:

Corral y Couto www.corralycouto.com

Financiera Maderera www.finsa.es

Galiperfil www.galiperfil.com

Grupo byp www.bypcocinas.com

Grupo Losan www.losan.es

Grupo Molduras www.grupomolduras.com

Laminados Villapol www.villapol.com

Moblegal www.moblegal.com

Maderas Peteiro www.maderaspeteiro.com

Portadeza www.portadeza.com

Xoane www.xoane.com

Equipo de arquitectos:

Carlos Pita y Carlos Quintáns, con la colaboración de Nuria Prieto.

Con la participación:

Universidad de Vigo.

Consortio de la Zona Franca de Vigo.